

# **ПРИМЕНЕТИ МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊЕ НА ПОЈАВИ И НАОЃАЛИШТА НА ЗЛАТО ВО Р. МАКЕДОНИЈА**

**Виолета Стефанова\*, Виолета Стојанова\***

## **Апстракт**

Во овој труд се опфатени методите на проспекција на појавите на злато, поврзани за терциерниот магматизам во Р. Македонија, на четири локалитети. За регионална проспекција на минерализацијата на злато се земаа примероци за стрим седименти и се изврши шлиховање. Од материјалот за стрим седименти се направени испитувања со една посебна т.н. БЛЕГ метода со цел да се утврдат многу ниски содржини на злато.

**Клучни зборови:** злато, стрим седименти, шлиховање, блег анализа.

## **APPLIED RESEARCH METHODS OF OCCURRENCES AND DEPOSITS OF GOLD IN THE REPUBLIC OF MACEDONIA**

**Violeta Stefanova\*, Violeta Stojanova\***

## **Abstract**

This paper encloses prospecting methods of gold occurrences, related to the Tertiary magmatism, at four localities, within the R. Macedonia. During the regional scale gold prospecting were sampled stream sediments and it was performed panning method. From the stream sediment material were studied low gold concentrations by the so called BLEG method.

**Key words:** gold, strim sediments, paining, bleg analyses

---

\* *Факултет за Природни и Технички науки, Универзитет Гоце Делчев, Штип, Р. Македонија*

\* *Faculty of Natural and Technical sciences, University Goce Delcev, Stip, R. of Macedonia*

## Вовед

Присуството и постоењето на златото како минерална сировина и неговото истражување во Р. Македонија има долга историја. Досега се откриени и проучувани голем број на појави и минерализации на злато. Може да се констатира дека најголем дел од нив се само делумно истражени. И покрај констатирани голем број на појави, над 30, златото единствено се добива од рудникот за бакар Бучим како нуз продукт покрај бакарната руда. Најголем дел од овие појави се слабо и недоволно проучени додека само мал дел се детално проучени наоѓалишта во кои има интересни содржини на злато.

Од сите овие појави на злато најголем дел се со терциерна старост, иако постојат одредени сознанија и за појави со палеозојска и мезозојска старост и една појава со прекмбриска старост (Ада Баш за која нема конкретни податоци за содржината на златото).

Една од основните работи кога станува збор проспекција а покасно и успешна експлоатација на златото е сфаќањето на минералошкиот облик на појавување на златото, начинот на транспорт и акумулацијата во дадена средина, земајќи ја во предвид и геохемијата на златото или поконкретно однесувањето на златото пред се во површински услови.

Традиционално се смета дека златото е нерастворливо во површински услови и механичкиот транспорт доминира при правењето на програмата за истражување со цел откривање на алувијалното злато.

Опробување и подготовка на примероците при истражувањето на златото, во принцип не се разликува од другите типови на оруднување. Сепак, аномалните проби може да имаат прилично ниски содржини на злато (најчесто помали од 0.2 ппм) што значително влијае на масата на примерокот која се анализира за да се поврзе со минималниот број на златни зрна. (Harris 1982). Големите зрна и ниската содржина на злато може да доведе до погрешни и нерепродуктивни аналитички податоци за примероците. Исто така треба да се истакне дека златото е ковно и таквите пулверизирани примероци не се многу ефективни за златните честички (Harris, 1982).

Во фазата на регионални истражувања опробувањето за истражување на златото не бара некои посебни и необични процедури, посебно ако се земаат примероци од стрим седиментите. Ваквите примероци генерално се подготвуваат со сушење и сеење. Шлиховањето исто така често се користи поготово за одредување на видливото злато.

Овде ќе бидат презентирани методите на истражување на појавите на злато кои се поврзани за терциерниот магматизам во Р. Македонија. Како предмет на работа се земени 4 локалитети: Боров Дол, Боровиќ, Плавица и Алшар.

Наоѓалиштето Боров Дол, претставува пример за бакарно наоѓалиште од порфирски тип каде златото воглавно е поврзано за халкопиритот. Ова наоѓалиште е едно од подетално истражените наоѓалишта. Просечната содржина на злато изнесува 0.25 г/т.

Како второ наоѓалиште е избрано наоѓалиштето Плавица кое претставува пример за наоѓалишта поврзани за вулканските апарати и кое има доста елементи да биде вброено и во порфирско бакарно наоѓалиште. Освен ова се среќават и жични оруднувања на бакар што ја прави генезата на ова наоѓалиште доста сложена и сеуште докрај неодредена и недефинирана. Покрај ова постојат и голем број на индиции кои ова наоѓалиште го доведуваат во врска со епитермалните системи (Серафимовски и др. 1998).

Наоѓалиштето Боровиќ кое е релативно слабо проучено, е одбрано како интересна појава и пример за епитермално наоѓалиште. Повеќе параметри укажуваат на присуството на епитермална минерализација пред се интензивни хидротермални измени: силификација како и присуството на кварцно-глиновити минерали (каолинит, илит и др.) алунит кои од своја страна укажуваат на напредна аргилитска алтерација која е карактеристичен белег за епитермалните наоѓалишта (Богоевски, 1998).

Како четврто наоѓалиште е избрано наоѓалиштето Алшар кое претставува раритетно наоѓалиште и единствено на светот по својот минерален состав. Ова наоѓалиште се вбројува во карлинските типови на наоѓалишта кое се карактеризира и свои специфики (Јанковиќ и др, 1997). Имено оруднувањето не се среќава само во седиментите како што е примерот кај типичните карлински наоѓалишта во САД. Оруднувањето овде се среќава и во терциерните вулкански карпи.

### **Резултати и дискусија**

Кај сите овие локалитети беше применета иста методологија на опробување, обработка на пробите и интерпретација на добиените резултати. Од многубројните методи кои може да се применат при проспекцијата на егзогеното злато, за овие локалитети беше применета шлиховската проспекција, земање на стрим седименти, БЛЕГ анализа, микроскопирање на рудни препарати.

Шлиховската проспекција се изведуваше по течението на водената мрежа која го дренира испитуваното подрачје. Притоците кои се цел на проспекцијата во најголем дел од годината се суви, освен тоа теренот е стрмен така да при надоаѓање на повремениите буични води најчесто распаднатиот материјал се испира. Се земаше материјал од места кои се погодни за одлагање на шлиховски минерали.

Материјалот кој беше земен при шлиховската проспекција најнапред се сушеше а потоа се подложи на обработка по следната шема: Исушениот материјал се подложи на магнетна сепарација со што се добија две фракции: магнетична и немагнетична. И двете фракции се прегледуваа под бинокулар. На овој начин се утврдуваше минералниот состав, а макроскопски видливите зрна на злато се одвојуваа рачно.

Од сите испитувани локалитети се земени вкупно -39 шлиховски проби. Во сите локалитети освен во Алшар беа откриени златни агрегати. Збирните добиени резултати се прикажани во Табела 1. Како што може да се види од табелата најмногу златни агрегати беа пронајдени во локалноста Боровиќ, потоа во Пластица и Боров Дол. Овие златни агрегати понатаму беа подложени на микросондови испитувања со цел утврдување на хемискиот состав на златото. За таа цел се изработија посебни препарати а снимки на златните агрегати во овие полирани препарати се дадени на сл.2.

Во наоѓалиштето Алшар не беше пронајдено егзогено злато. Ова се должи на фактот што ова наоѓалиште е од карлински тип. Воопшто според начинот на појавување златото може да се класифицира во три категории: микроскопско злато, субмикроскопско злато и површински поврзано злато. Микроскопското злато уште е познато и како видливо злато и се среќава како самородно злато, електрум, телуриди на злато, антимониди на злато, сулфиди на злато и.т.н. (Zhou et. al, 2003). Сепак најчесто застапени и најзначајни минерали на златото се самородното злато и електрумот. Останати минерали кои може економски да бидат значајни во некои типови на наоѓалишта се: кустелит, аурикуприд, тетрааурикуприд, калаверит, кренерит, малдонит и др (Boyle, 1979; Healy et al.,1990; Wang et al. 1994).

Златото кое што е невидливо под оптички микроскоп и сканинг електронски микроскоп е познато како невидливо злато или субмикроскопско злато. Ова злато најчесто се јавува како дискретни честички ( $<0.1\ \mu\text{m}$  во дијаметар) заедно со сулфидни минерали и тоа најчесто со пирит и арсенопирит. Субмикроскопското злато е главна

форма на појавување на златото во Карлинските типови на наоѓалишта (Hausen, 1981; Radtke, 1985; Hausen et al., 1986; Cabri et al., 1989; Wang et al., 1992, 1994).

Големината на пронајдените честички варира од околу 30 микрони се до околу 1 мм. Сумарните резултати се дадени во Табела 2

Шлиховската проспекција како метода се покажа како успешна метода, ако се има во предвид дека во три од четирите локалитети се пронајде злато кое се издвои рачно и кое понатаму се подложи на минералошки и хемиски испитувања.

Друга метода на проспекција за злато која се примени во овие локалитети е испитувањето на стрим седиментите. Голем број од пробите од стрим седиментите се земаа близу до местото каде се земаа пробите за шлихување, со цел да се подврди присуството на минерализацијата на злато, но и да се одреди кои други минерали влегуваат во асоцијација со златото.

Во фазата на регионални истражувања опробувањето за истражување на златото не бара некои посебни и необични процедури, посебно ако се земени примероци од стрим седиментите. Ваквите примероци генерално се подготвуваат со сушење и сеење. Во многу случаи вообичаената практика при истражувањето на златото вклучува собирање на 500 г на примерок и повторно просејување на фракцијата од 80 меша (<177 микрона). (Thorton, 1986).

Во овој случај се земаа проби со тежина од околу 10 кг кои се просејуваа низ сита со отвор од 0.5 и 0.18 мм. Добиените фракции понатаму беа испитувани со ICP-MS и BLEG-Bulk Liquid Extractible Gold (течно издвојување на злато од големи маси) анализа која се состои од цијанидно излужување од големи примероци 0.5-5 кг проба. Многу осетлива метода која укажува на минерализации каде конвенционалните техники не успеваат.

Испитувањата покажаа дека содржините на злато донекаде коренспондираат со шлиховските резултати. Во Боров Дол содржините на злато со ICP метдата се движат од 00.7 до 0.46 ppm или просечна содржина од 0.192 ppm додека со BLEG метадата содржините се пониски и се движат од 0.05 до 0.12 ppm или просечна содржина од 0.12 ppm.

Во Плавица испитувањата покажаа содржина на злато се движи од 0.001 до 0.19 ppm или просечна содржина од 0.04 ppm. Со BLEG методата се добија содржини од 0.0005 до 0.06 ppm или просечна содржина од 0.02 ppm.

Во Боровиќ се добија следните содржини на злато: минимална содржина од 0.001 до 0.66 ppm или просечна содржина од 0.22 ppm. Со BLEG метадата се добија содржини од 0.006 до 0.25 ppm или просечна содржина од 0.11 ppm.

Во наоѓалиштето Алшар во кое не се пронајде злато со шлиховската проспекција, овие испитувања покажаа многу ниски содржини на злато што од своја страна упатува на природата на златото во ова наоѓалиште (0.001-0.01 ppm, просечна содржина од 0.005 ppm). Со BLEG методата се добија вредности кои се движат од 0.00016 до 0.01 ppm или просечна содржина од 0.004 ppm. (Ковачев и др. 2006)

Ако направиме корелација меѓу овие добиени податоци може да се дојде до заклучок дека највисоки содржини и по едната и по другата метода се добија во наоѓалиштето Боровиќ со средна содржина од 0.22 ppm потоа следува наоѓалиштето Боров Дол со просечна 0.19 ppm, па Плавица со просечна содржина од 0.04 ppm и најниска содржина во Алшар со просечна содржина од 0.005 ppm. (Табела 3)

Од изработените рудни препарати се направи анализа на асоцијациите на минерали кои се присутни во испитуваните локалитети со кои се потврди присуството на бакарни минерали во Боров Дол, Боровиќ. Во наоѓалиштето Плавица покрај минералите на бакар има и минерализација на олово и цинк. Во наоѓалиштето Алшар минерализацијата се состои од минерали на арсен и антимон. Минерализација на злато микроскопски се потврди во Боров Дол.

### **Заклучок**

Врз основа на извршените проспекциски работи во локалитетите Боров Дол, Плавица, Боровиќ и Алшар се потврди присуството на минерализација на злато. Од применетите методи, шлиховањето како метода се покажа како успешна во сите локалитети освен во Алшар. Со оваа метода беа пронајдени 64 златни агрегати во локалноста Боровиќ, 44 златни агрегати во Плавица и 37 златни агрегати во Боров Дол.

Методата на стрим седименти го потврди присуството на злато во сите локалитети и тоа во Боров Дол содржините на злато со ICP методата се движат од 0.007 до 0.46 ppm додека со BLEG метадата се движат од 0.05 до 0.12 ppm или просечна содржина од 0.12 ppm.

Во Плавица содржина на злато се движи од 0.001 до 0.19 ppm. Со BLEG методата се добија содржини од 0.0005 до 0.06 ppm.

Во Боровик се добија содржини на злато од 0.001 до 0.66 ppm. Со BLEG метадата се добија содржини од 0.006 до 0.25 ppm.

Во наоѓалиштето Алшар во кое не се пронајде злато со шлиховската проспекција, испитувањата покажаа многу ниски содржини на злато од 0.001-0.01 ppm. Со BLEG методата се добија вредности кои се движат од 0.00016 до 0.01 ppm, (Ковачев и др. 2006)

Земајќи го во предвид типот на наоѓалиштата дека може да се каже дека овие две методи се покажаа како успешно применети методи при проспекција на минерализација на злато.

Исклучок од ова е наоѓалиштето Алшар за кое може да се каже дека применетите методи на проспекција:шлиховската и методата на стрим седименти се неефективни бидејќи: поради малите димензии, златните агрегати (помали од 5 микрони) се транспортираат многу далеку од примарната минерализација што од друга страна објаснува зошто златото го нема и во шлиховскиот материјал. Ова е потврда дека златото во Алшар е со субмикроскопски димензии што е една од одликите на карлинските типови на наоѓалишта на злато на кое што припаѓа наоѓалиштето Алшар.

### Литература

- Cabri, L.J., Chrysosoulis, S.L., DE Villiers, J. P.R., Laflamme, J.H.G., and Buseck, R. 1989: The nature of "invisible" gold in arsenopyrite. *Can. Mineral.*, Vol. 27, 353-362.
- Bogoevski, K., 1998: Gold in Macedonia-geology, metallogenic, features, ore occurrences, gold ore deposits and their evaluation. Special Issue No. 7 pp. 249
- Boyle, R.W. 1979: The geochemistry of gold and its deposits. Geol. Survey of Canada, Bull. 280.
- Harris, J.F., 1982: Sampling and analytical requirements for effective use of geochemistry in exploration for gold. In: Precious Metals in the Northern Cordillera. pp. 53-76; The Assoc. of Explo. Geochemists. Spec. Vol. 10
- Hausen, D.M. 1981: Process mineralogy of auriferous pyritic ores at Carlin, Nevada. In Hausen, D.M., and Park, W.C., eds., *Process Mineralogy*, TMS, Warrendale, PA, 271-289.
- Hausen, D.M., Ahlrichs, J.W., Mueller, W., and Park, W.C. 1986: Particulate gold occurrences in three Carlin carbonaceous ores. In *Process Mineralogy VI*, ed. D. Hagni, TMS, Warrendale, PA, 193-214.
- Healy, R.E. and Petruk, W. 1990: Petrology of Au-Ag-Hg alloy and 'invisible gold' in the Trout Lake massive sulfide deposit, Flin Flon, Manitoba. *Can. Mineral.*, Vol. 28, 2, 189-206.

- Kovacev, V, Stefanova, Boev, B, Mladenov, V., 2006: Stream Sediments and Bleg Analysis by Prospecting of Gold in Alshar (Carlin Type Deposit), Macedonia. Proceedings XVIII<sup>th</sup> Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association, Belgrade, Serbia pp. 281-285
- Radtke, A.S. 1985: Geology of the Carlin gold deposit, Nevada. U.S. Geological Survey *Professional Paper* 1267, 124 p.
- Serafimovski, T., Rakic, S., 1998: The secondary quartzites hosting gold mineralization in the Crn Vrv-Plavica volcanic area. *Geologica Macedonica*, Vol. 12, pp. 9-21, Stip.
- Стефанова, В., 2005: Елувијално-алувијални појави на злато поврзани за терени со терциерниот магматизам во Р. Македонија. Докорска дисертација, Штип, стр. 198
- Thorton, I, Howarth, R.J., 1986: Applied Geochemistry in the 1980s, book, pp.349
- Wang, K.R., Zhou, Y.Q., Sun, L.G. and Ren, C.G. 1994: *Study on the gold occurrence from several typical Carlin-type gold deposits in China*. Publishing House of University of Science & Technology of China, Hefei
- Wang, K.R., Zhou, Y.Q., Li, F., Sun, L., Wang, J., Ren, C.G., Zhou, S.J., Tang, J.Y., and Yang, F.J. (1992): SPM and SEM study on the occurrence of micrograined gold in the Jinya gold deposit, Guangxi. *Chinese Science Bulletin*, Vol. 37, 1906-1910.
- Zhou, Y., Wang, K., 2003: Gold in the Jinya Carlin -type Deposit: Characterization and Implications. *Journal of Minerals & Materials Characterization Engineering*, Vol.2. No.2., pp 83-100



Слика 1. Карта на Македонија со локалитети и појави на злато  
Figure 1. Map of Macedonian with localitetes and occurrences of gold



Табела 1. Вкупен број на зрна од испитуваните локалитети  
Table 1. Total number of grains of investigated location

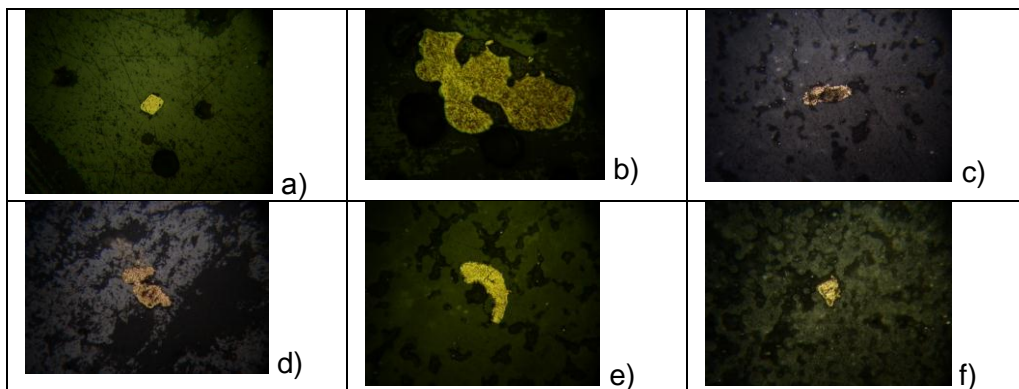
Локалност Localite	Број на златни агрегати Number of gold agregates
Боровиќ	64
Плавица	44
Боров Дол	37
Алшар	-

Табела -2. Големина на златото од испитуваните локалитети  
Table 2. Size of gold grains from investigated location

Локалност Localite	Големина на златните агрегати Size of gold agregate
Боров Дол	150 микрони до 1мм
Боровиќ	30 до околу 250 $\mu\text{m}$ .
Плавица	50 до околу 200 $\mu\text{m}$

Табела- 3. Средна содржина на златото  
Table 3. Average gold content

Локалност Localite	Средна содржина на злато Average gold content
Боровиќ	0.22 ppm
Боров Дол	0.19 ppm
Плавица	0.04 ppm
Алшар	0.005 ppm



Сл. 2.Микрофотографии од полирани препарати на златни агрегати од локалитетите: а и в-Боров Дол; с и д-Боровиќ; е и ф- Плавица  
Fig. 2 Microphotographs from polished gold agregates from studied localities:a, b – Borov Dol; v, g – Borovic; e, f - Plavica